

[研究報文]

2倍体、4倍体ブドウの花穂に対するジベレリン処理が雌ずい内での
花粉管生長と結実に及ぼす影響三浦恵子¹・岡本五郎²¹岡山大学大学院自然科学研究科 〒700-8530 岡山市津島中3-1-1²岡山大学農学部 〒700-8530 岡山市津島中1-1-1Effect of Gibberellin A₃ on Pollen Tube Growth and Berry Set in Diploid and Tetraploid
Grape Clusters¹Keiko Miura and ²Goro Okamoto¹Graduate School of Natural Science, Okayama University, Tsushima-naka, Okayama, 700-8530, Japan²Faculty of Agriculture, Okayama University, Tsushima-naka, Okayama, 700-8530, Japan

Clusters from two diploid grape cultivars, cv. Delaware (*Vitis labruscana* Bailey) and Muscat Bailey A (*V. vinifera* L. × *V. labrusca* L.), were induced to set seedless berries by a cluster dipping treatment with 100 ppm gibberellin A₃ (GA₃) solution 14 and 11 days before full bloom, respectively. Pollen tube growth after pollination with Muscat of Alexandria pollen grains was severely inhibited in the ovary of GA₃ treated pistils, which prevented ovule fertilization. However, the development of pollen tube transmitting tissue (TT) was not negatively affected by the GA₃ treatment. Late GA₃ treatments, namely nine and four days before full bloom of each cultivar, produced clusters containing both seeded and seedless berries. The degree of inhibition of the pollen tube growth in the ovary was significantly decreased by such late GA₃ treatments, resulting in fertilization of the ovule. On the other hand, in tetraploid cultivars, cv. Aki Queen and Pione (*V. vinifera* L. × *V. labrusca* L.), GA₃ treatments during and other the blooming period markedly increased the number of seeded berries per cluster. Although the GA₃ treatment did not effect pollen tube growth in pistils, it stimulated ovule and/or ovary development, as indicated by the increases in cell number and cell size between five and ten days after blooming. Such stimulation of ovule and/or ovary development would result in an increase in the production of seedless berries.

Key words: grape cluster, GA₃ treatment, seedlessness, pollen tube growth, ovule, ovary wall

緒言

2倍体品種のデラウエア (*V. labruscana* Bailey) の花穂を開花10~17日前に100 ppmのジベレリンA₃ (GA₃) 水溶液で浸漬処理すると無核果が形成され、さらに満開2週間後の同様のGA₃処理によって、果粒の肥大と熟期が促進される(3)。その後、マスカット・ベリーA (*V. vinifera* L. × *V. labrusca* L.) でも、同様の方法でほぼ同じ結果が得られることが明らかにされ(1)、現在では両品種ともこの方式による無核果生産が広く行われている。このように、GA₃によるブドウ果実の無核化の成功は、産業的に多大な貢献をしたが、適期のGA₃処理によってなぜ100%近い無核果が得られ、1回目のGA₃処理時期が遅れると、なぜ有核果が混入するのかは、十分解明されていない。

一方、4倍体品種のピオーネ (*V. vinifera* L. × *V. labrusca* L.) は、元来、結実が極めて不良であるが(2)、開花期中の花穂を20~25 ppmのGA₃で処理すると、多数の無核果が形成され、満開2週間後に行う2回目のGA₃処理で、果実の肥大と熟期が促進される(10)。近年は、巨峰や安芸クイーンでもこの方法による無核果生産が行なわれている。しかし、開花・受粉後のGA₃処理が、なぜ無核化に有効であるのか、着粒の増加は何によってもたらされるのかは、明らかでない。

本研究では、GA₃処理による無核化機構の解明を目的として、2倍体品種に対する処理適期、不適期のGA₃処理による雌ずい中での花粉管生長と、花粉管誘導組織(Transmitting tissue; TT)の発達に及ぼす影響を調査した。また、4倍体品種については、不受精子房の着粒に関係すると思われる胚珠と子房壁の発達について、GA₃処理の影響を調査した。

2004年3月15日受理

材料と方法

2002年に、岡山県農業試験場でトンネル被覆栽培されている16年生のデラウエアと6年生の安芸クイーン、岡山大学農学部附属農場内の雨よけハウスで栽培されている11年生のマスカット・ベリーAと7年生ピオーネの各1樹を供試した。

2倍体品種のデラウエアとマスカット・ベリーAに対するGA₃処理は、市販のジベレリン粉剤（協和発酵）を脱塩水で希釈し、GA₃の100 ppm溶液で花穂を浸漬した。処理適期の推定には、岡本ら（5）が示した花冠長（デラウエア：1.8～2.0 mm、マスカット・ベリーA：2.0～2.2 mm）を参考とした。両品種とも、適期処理を5月13日に行ったが、これはデラウエアでは無処理区の満開期（半数以上の花穂で、全小花の約50%が開花した日；5月27日）の14日前、マスカット・ベリーAでは満開期（5月24日）の11日前であった。また、GA₃の遅延処理として、デラウエアでは5月18日（満開9日前）、マスカット・ベリーAでは5月20日（満開4日前）に処理した。適期処理区、遅延処理区とも各品種30花穂ずつに行い、同数の花穂を無処理区とした。

4倍体品種に対するGA₃処理は、岡山県が示した指針（13）および農業試験場の実験結果（4）を参考にした。すなわち、安芸クイーンに対しては、満開期（5月26日）に、25 ppmのGA₃水溶液に花穂を浸漬処理した。また、ピオーネに対しては、満開期（5月22日）の3日後に同様のGA₃処理を行った。各品種とも20花穂をGA₃処理し、同数の花穂を無処理とした。なお、花穂形成は2倍体、4倍体品種とも慣行の方法に従った（13）。

各処理区の中で、開花の時期が揃った10花穂から、開花日に雌ずい30個を採取し、FAA (Formalin : Acetic acid : 50% Ethyl alcohol=5 : 5 : 90)で固定した。また、その日に開花した雌ずいの柱頭にマスカット・オブ・アレキサンドリアの花粉を人工受粉し、その3日後にそれらを採取して、FAAで固定した。4倍体の2品種については、開花5日後、10日後にも雌ずいを採取し、FAAで固定した。

デラウエアとマスカット・ベリーAの開花当日の雌ずい、安芸クイーンとピオーネの開花3、5、10日後の子房（幼果）各10個を、EtOH-BuOHシリーズで脱水した後、常法でパラフィン包埋し、マイクロトームで

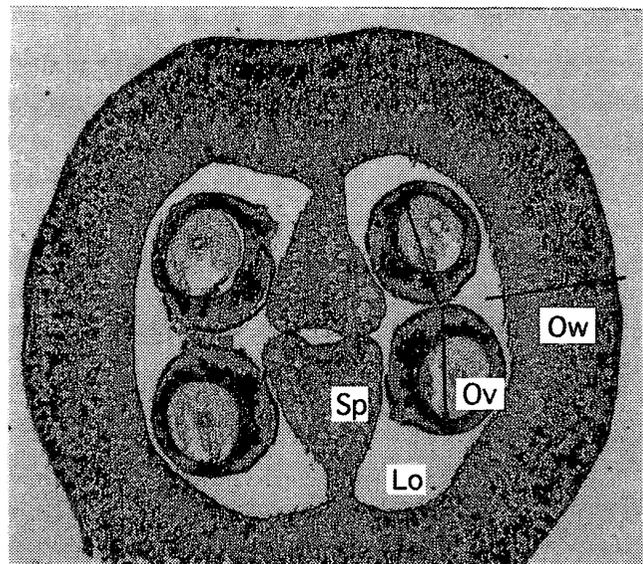


Fig. 1 Measurements of maximum ovule diameter (←→), width of ovary wall, and the number of cell layers in ovary wall counted on a radial line (—) in a cross section of ovaries at their maximum thickness. Ow, ovary wall; Ov, ovule; Lo, locule; Sp, septum. (×40)

12 μmの横断切片を作成、アルシアンブルーとシッフ試薬による2重染色を行った。開花当日のサンプルについては、花柱の中央部と基部、子房の上部（子室の最上部）、中央部（子房の最大直径部）、下部（子房と花托の接点）、珠孔の各部位におけるTTの細胞層数を光学顕微鏡下で計測した。また、受粉3、5、10日後の子房中央部の切片については、全ての胚珠の最大直径と、子房壁の厚さおよび放射方向に引いた直線上に存在する細胞の数（Fig. 1）を、マイクロメーターを装着した光学顕微鏡で計測した。いずれも各サンプルの平均的な2か所について調査した。

受粉3日後のサンプルは、同様の方法で14 μmの横断切片とし、0.2%アニリンブルー（0.1N K₃PO₃溶液）で染色した。雌ずい20個について、上記の花柱の中央部と基部、子房の上部、中央部、下部、珠孔における花粉管数を落射型蛍光顕微鏡を用いて調査した。なお、子房組織中に伸長した花粉管は、TT内の細胞間隙を伸長している花粉管（TT内）と隔壁の表面あるいはTTの外側を伸長している花粉管（TT外）に分けて調査した。

満開期に各処理区の8花穂にポリエチレンのネットをかけ、約3週間後に落花した小花数と着粒数を計測し、着粒率を求めた。結実した果粒は、硬核期に果粒中の種子数を調査し、無核果率と平均含種子数を求め

た。

2003年に、岡山市古都地区にある経済栽培園のデラウエア（8年生）を用い、100 ppm-GA₃による適期処理区（5月6日；満開14日前）、遅延処理区（5月11日；同9日前）および無処理区の3区を設けた。各区30花穂を、マスカット花粉および自家花粉による受粉区、不受粉（放任）区とし、開花日および受粉3日後に、各区で生育の揃った5～8花穂から30雌ずいを採取し、FAAで固定した後、同様の方法で厚さ16 μmのパラフィン横断切片とした。これをアニリンブルーで染色後、雌ずい各部位の花粉管生長を蛍光顕微鏡を用いて調査した。

結果

1. 結実と種子形成

各品種、各区の着粒率、無核果率、平均種子数はTable 1のとおりである。デラウエアでは、無処理区の着粒率は43.5%であったが、GA₃適期および遅延処理の両区ではそれぞれ76%、83.9%が着粒し、無処理より高かった。マスカット・ベリーAでも無処理区の着粒率は40.6%であったが、GA₃の適期処理、遅延処理の両区では約65～72%で、デラウエアとほぼ同様の結果であった（Fig. 2）。4倍体品種についても、安芸クイーンでは無処理区で42%、GA₃処理区で74.8%、ピオーネではそれぞれ73.9%、96.5%で、GA₃処理により着粒率は高くなった（Fig. 3）。

無核果率は、デラウエアの適期処理区では93%、マスカット・ベリーAでは約95%であり、1果房に着生した有核果は5～7粒であった。しかし、遅延処理区の無核果率はそれぞれ65.2%、75.5%となり、GA₃の無核化効果は低下した。安芸クイーンでは、無処理区でも23.2%が無核果であったが、GA₃処理区では92.1%が無核となった。一方、ピオーネでは、無処理区でも98.6%が無核果であり、GA₃処理すると完全に無核となった。

Table 1 Effects of GA₃ treatments on berry set and seed development in diploid and tetraploid grapes.

Cultivar	Time of GA ₃ application ^z	No. of florets /cluster	No. of berries /cluster	No. of seedless berries /cluster	Berry set %	Seedless berry %	No. of seeds /berry
Delaware	- 14 DBF	130.6	99.3	92.3	76.0b ^y	93.0a	0.14b
	- 9 DBF	97.5	81.8	53.3	83.9a	65.2b	0.43b
	Untreated	101.3	44.1	3.3	43.5c	7.5c	1.17a
Muscat Bailey A	- 11 DBF	144.8	94.4	89.8	65.2a	95.1a	0.06c
	- 4 DBF	142.1	102.0	77.0	71.8a	75.5b	0.36b
	Untreated	189.3	76.9	3.9	40.6b	5.1c	1.70a
Aki Queen	Blooming	52.3	39.1	36.0	74.8	92.1	0.07
	Untreated	52.4	22.0	5.1	42.0	23.2	1.11
Pione	3 DAB	62.3	60.1	60.1	96.5	100.0	0.00
	Untreated	84.4	62.4	61.5	73.9	98.6	0.01

^z Clusters of Delaware and Muscat Bailey A were dipped into 100 ppm GA₃ solution, and those of Aki Queen and Pione, into 25 ppm. DBF, days before full bloom; DAB, days after blooming.

^y Means in each column in each cultivar were separated by DMRT ($p < 0.05$, $n=8$).

^{*} Means in each column in each cultivar were separated by the t-test ($***, p < 0.01$, $*$, $p < 0.05$, $n=8$).

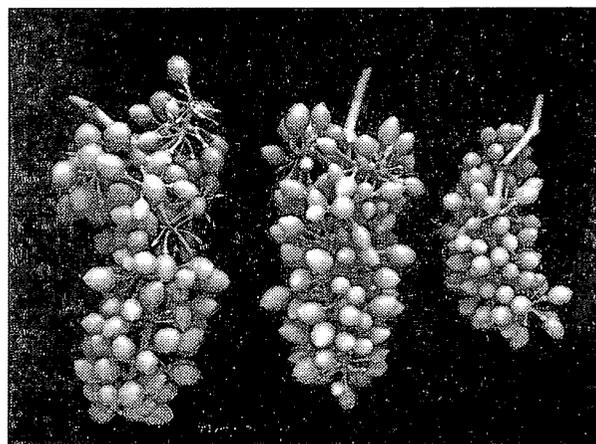


Fig. 2 Effect of GA₃ treatments on berry set in Delaware grapes. Left, dipped with 100 ppm GA₃ solution 14 days before full bloom; middle, dipped 8 days before full bloom; right, untreated control.



Fig. 3 Effect of GA₃ treatments on berry set in Pione grapes. Upper, untreated control; lower, dipped with 25 ppm GA₃ solution 3 days after blooming.

Table 2 Effects of GA₃ treatments on pollen tube growth in pistils of diploid and tetraploid grapes.

Cultivar	Time of GA ₃ application ^z	Style		Ovary			Micro-pyle
		Middle	Base	Upper	Middle	Lower	
Delaware	- 14 DBF	30.1a ^y	20.3a	11.2a	6.4 (0.5) ^x	0.1 (0.0) b	0.0c
	- 9 DBF	15.9b	10.0b	7.4b	6.0 (0.7)	2.9 (0.0) ab	0.6b
	Untreated	23.4ab	15.7ab	10.6ab	6.6 (0.5)	3.1 (0.1) a	1.3a
Muscat Bailey A	- 11 DBF	6.1b	4.0b	2.7b	1.0 (0.0) b	0.2 (0.0) b	0.0b
	- 4 DBF	34.7a	24.1a	14.7a	5.2 (0.7) ab	2.2 (0.0) b	0.7b
	Untreated	26.2ab	21.1a	13.7ab	7.9 (0.8) a	5.2 (0.1) a	1.9a
Aki Queen	Blooming	30.9	14.4	3.2	1.3 (0.4)	0.0 (0.0)	0.0
	Untreated	40.8	21.4	6.3	2.2 (0.5)	0.3 (0.0)	0.1
Pione	3 DAB	24.1	10.0	1.6	0.2 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0

^z See Table 1. Number of pollen tubes was counted three days after pollination.

^y Means in each column in each cultivar were separated by DMRT ($p < 0.05$, $n=8$).

^x Numbers in parentheses indicate pollen tubes penetrating inside of TT.

平均含種子数は、デラウエア、マスカット・ベリーAの無処理区ではそれぞれ1.2、1.7個であったが、適期処理区ではいずれの品種でもほぼ0.1個、遅延処理区では約0.4個であった。また、安芸クイーンは無処理区では1.1個であったが、GA₃処理区では0.1個以下であった。しかし、ピオーネでは無処理の場合でも、ほぼ0個であった。

2. 花粉管生長

雌ずいの各部位における平均花粉管数はTable 2に示すとおりである。デラウエアでやや少なかったが、子房中央部では各区に差がなかった。しかし、子房の下部に到達した花粉管数は、無処理区と遅延処理区では約3本であったが、適期処理区では0.1本しかなかった。なお、いずれの区でも、子房組織内の花粉管はほとんどが隔壁の表面または両隔壁の中間の空間を通過し、TTの内部を貫通するのは極めてわずかであった。珠孔内に花粉管が進入した胚珠の数は、無処理区では1.3個であったが、遅延処理区で0.6個、適期処理区では0個であった。マスカット・ベリーAでは、適期処理区では花柱中央部から先のいずれの位置でも花粉管が無処理区より有意に少なかった。珠孔に花粉管が到達した胚珠数も無処理区では1.9個であったのに対して、遅延処理区では0.7個、適期処理区では0個であった。

安芸クイーンでは、雌ずいのどの位置においても、GA₃処理によって花粉管数が少なくなる傾向がみられたが、有意な差ではなかった。無処理区では、ごく少数ではあるが花粉管の珠孔への進入が認められた。ピオーネでは、無処理区でも珠孔に到達した花粉管はなかった。なお、ピオーネに対するGA₃処理は開花（受粉）3日後に行ったが、その時点で花粉管生長はほぼ終了しており、その後の花粉管生長にはほとんど影響しなかった（データ省略）。

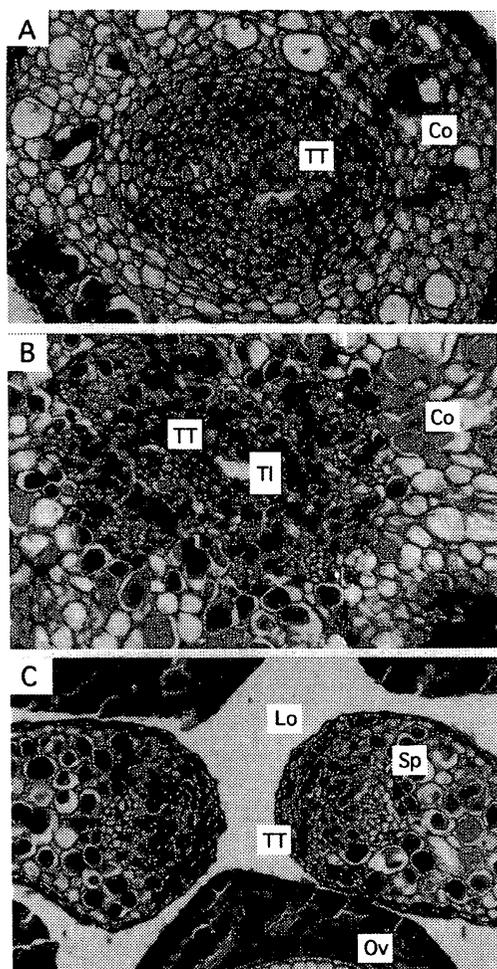


Fig. 4 Development of a pollen tube transmitting tissue (TT) in pistils of Muscat Bailey A. The TT is found at the center of a style (A) and upper ovary (B), and at the inner parts of two septa (C). TT cells are characterized by their round and small-size with wide cellular spaces. Co, cortex; TT, transmitting tissue; Ti, top of locule; Sp, septum; Lo, locule, Ov, ovule. (×100)

Table 3 Effects of GA₃ treatments on TT development in two diploid grape cultivars.

Cultivar	Time of GA ₃ application ^z	Style		Ovary		
		Middle	Base	Upper	Middle	Lower
Delaware	- 14 DBF	9.5	6.5	5.6	4.5	2.2
	Untreated	9.8	7.1	5.6	4.7	2.7
		NS ^y	NS	NS	NS	*
Muscat Bailey A	- 11 DBF	16.8	6.5	5.6	4.5	3.3
	Untreated	16.1	6.0	5.3	4.7	3.8
		NS	NS	NS	NS	NS

^z See Table 1. Number of TT cell layers in cross sections of each position of a pistil was counted at bloom.

^y Means in each column in each cultivar were separated by the t-test (p<0.05, n=8).

Table 4 Effects of GA₃ treatments on ovary development in two tetraploid grape cultivars.

Cultivar	Time of GA ₃ application ^z	Width of ovary wall			No. of cell layers in ovary wall		
		Days after blooming			Days after blooming		
		3	5	10	3	5	10
Aki Queen	Blooming	0.93±0.42 ^y	1.29±0.76	2.25±0.65	29.4±1.1	38.0±1.2	44.8±0.6
	Untreated	0.90±0.30	1.03±0.34	1.88±0.41	28.1±0.7	33.8±0.9	41.6±0.9
		NS	**	*** ^x	NS	*	**
Pione	3 DAB		1.34±0.39	2.12±0.69		37.8±1.0	34.1±0.8
	Untreated	0.44±0.16	1.21±0.42	1.86±0.34	19.2±0.4	42.5±0.6	39.7±0.9
			*	***		*	*

^z For treatments, see Table 1. DAB, days after blooming.

^y Means ± SE (n=8).

^x Means in each column in each cultivar were separated by the t-test (***, p<0.01; *, p<0.05).

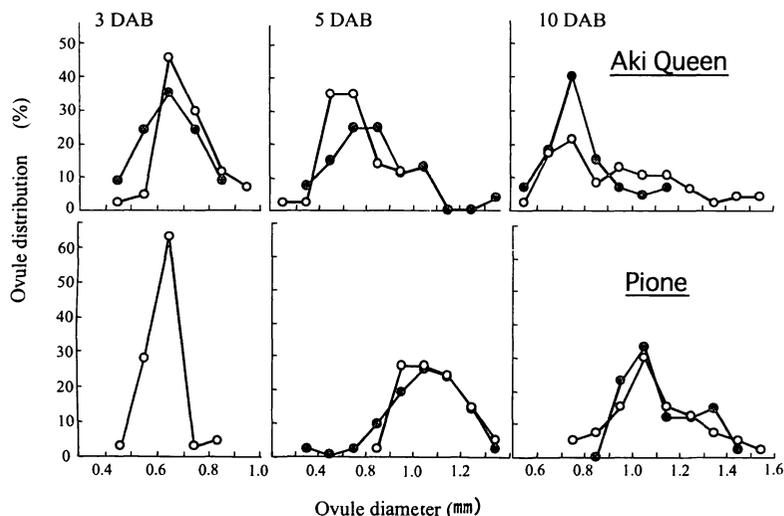


Fig. 5 Effects of GA₃ treatments on post-bloom ovule growth in Aki Queen (upper) and Pione (lower) grapes. The maximum diameter of each ovule was measured for 20 ovaries 3, 5, and 10 days after blooming (DAB). ●, Clusters were treated with 25 ppm of GA₃ solution at blooming for Aki Queen and at 3 days after blooming for Pione; ○, untreated control.

3. 雌ずい各部位のTTの発達

2倍体2品種の雌ずい横断切片上では、TTは丸い、小型の厚膜細胞が細胞間隙を伴って構成されているのが特徴で、花柱および子房上部では雌ずいの中心部に、子房の中央部、下部では子房壁から内側に突出する両隔壁の内部に存在した (Fig. 4)。各品種、各区の雌ずい各部位におけるTTの細胞数 (花柱では直径上に並ぶTT細胞数、子房内では隔壁を縦断する直径線上に並ぶTT細胞数) を示したのがTable 3である。デラウェアでは胚珠下部でわずかな差が見られた以外は、GA₃処理、無処理による違いはなかった。特に、花粉管生長が強く抑制されたGA₃適期処理区の子房の中央部~下部でも、TT細胞層数は3.9層であり、無処理区の3.7層と差はなかった。マスカット・ベリーAでも、適期処理区と無処理区のTT細胞数に差は見られなかった。

4. 開花後の胚珠および子房壁の発達

4倍体2品種における開花後の胚珠の発育を、最大直径の分布比で示したのがFig. 5である。安芸クイーンでは、開花3日後ではGA₃処理区、無処理区とも0.5~0.7mmの胚珠がほとんどであったが、開花5日後には、無処理区では0.6~0.8mmの胚珠が多かったのに対して、GA₃処理区では0.8mm以上の胚珠が多く見られた。しかし、開花10日後になると、GA₃処理区の胚珠の大きさはあまり変化していないのに対して、無処理区では1mm以上に発達したものが存在し、それらは種子としての生長を始めていることが確認された。一方、ピオーネでは開花5日後、10日後ともに無処理区と処理区に相違はな

かった。

子房壁の厚さと細胞層数の増加を示したのがTable 4である。安芸クイーンでは、子房壁の厚さは、開花3日後には処理区による差がなかったが、5日後、10日後では無処理区よりもGA₃処理区の方が明らかに厚かった。子房壁の細胞層数も、開花3日後には差はなかったが、5日後、10日後ではGA₃処理区の方が有意に多かった。ピオーネでも、子房壁の厚さは開花5日後、10日後にGA₃処理区の方が厚かったが、細胞層数は逆に無処理区の方が多く、安芸クイーンとは異なる反応を示した。

5. GA₃処理したデラウエアに対する受粉、不受粉の影響

マスカット花粉による他家受粉、各区の花粉による自家受粉、不受粉（放任）とした場合のデラウエア雌ずいへの花粉管生長はTable 5に示すとおりである。無処理区では柱頭上の花粉管数は不受粉区で少なかったが、雌ずい内部に伸長した花粉管には受粉、不受粉による差はなかった。しかし、適期処理区、遅延処理区では、他家受粉を行なうと、自家受粉の場合より雌ずい内部に伸長した花粉管は多かった。不受粉の場合に、柱頭上に付着した花粉粒は、適期処理区でわずかに2.8個、遅延処理区で6.8個に過ぎず、雌ずい内へ伸長した花粉管はほとんどなかった。

考 察

本実験で、デラウエアおよびマスカット・ベリーAに対してそれぞれ満開14, 11日前に100 ppm-GA₃処理を行なうと、着粒率が無処理区に比べて高くなり、その約93~95%が無核果であった。また、処理時期がそれより5, 7日遅れると、無核果率は低下した。また、4倍体品種の安芸クイーンとピオーネの花穂に、それぞれ開花期、開花3日後に25 ppmのGA₃処理をすると、ほぼすべてが無核果となり、着粒率も大きく上昇した。このようなGA₃処理の効果は、実際の栽培で一般的に経験されるものと同じであった。ピオーネは無処理でもほとんどが無核果であったが、これは供試樹が毎年短梢剪定されており、新梢の生長が旺盛であるため、開花期直前に強い摘心が行われることも関係していると思われる(11)。摘心を要しない長梢剪定樹では有核果粒の着生が多く、GA₃を用いない、有核果実の生産が広く行われている(2)。

デラウエアやマスカット・ベリーAの花穂に対する適期のGA₃処理は、花粉の発芽力を低下させることが示されている(14, 15, 16)。本実験では、開花期に健全なマスカットの花粉を受粉したが、マスカット・ベリーAでは花柱中央部から、デラウエアでは子房中央部から先への花粉管伸長が明らかに抑制され、胚珠の受精が妨害された。したがって、適期のGA₃処理によって有核果粒が形成されない原因は、花粉の不稔化だけでなく、雌ずい内に花粉管生長を抑制する何らか

Table 5 Effects of cross and self pollination on pollen tube growth in Delaware pistils treated and untreated with GA₃.

Time of GA ₃ application	Pollination ²	No. of pollens on stigma	Style		Ovary			Micro-pyle
			Middle	Base	Upper	Middle	Lower	
- 14 DBF	Cross	16.5a [†]	7.5a	6.6a	4.9a	0.1	0.1	0.0
	Self	13.0a	0.2b	0.2b	0.1b	0.1	0.0	0.0
	Open	2.8b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0	0.0	0.0
- 9 DBF	Cross	21.4a	14.5a	8.1a	4.8a	2.1a	0.7a	0.1
	Self	6.4b	1.1b	0.4b	0.1b	0.1b	0.0b	0.0
	Open	6.8b	0.3b	0.1b	0.1b	0.0b	0.0b	0.0
Untreated	Cross	26.3a	8.4	6.0	4.0	2.4	1.1	0.5
	Self	21.1a	11.3	7.0	3.5	1.4	0.8	0.4
	Open	8.9b	8.7	6.1	2.4	1.4	1.0	0.5

² Cross, pollinated with Muscat of Alexandria pollen; Self, pollinated with self pollen in the same clusters
Open, unpollinated. Pollen tubes in pistils were counted three days after pollination.

[†] Means in each column in each cultivar were separated by DMRT (p<0.05, n=8).

かの変化が引き起こされていることが明らかである。子房組織内での花粉管生長が抑制される現象は、多くの4倍体品種でも見られる(6, 7, 8)。その原因の一つとして、子房内での花粉管誘導組織(TT)の発達不良が報告されている(10)。このTTの発達不良は、2倍体品種では開花1~2週間前に見られる隔壁表皮細胞のTT細胞化が、4倍体品種では不活発であるため

と考えられている (12)。そこで、本実験で認められたGA₃の適期処理による花粉管生長抑制は、TT発達にGA₃によって抑制されたためではないかと考え、開花期における雌ずい各部のTTの発達程度を調査した。しかし、デラウエアおよびマスカット・ベリーAの両品種とも、GA₃処理によるTT発達の抑制は認められなかった。さらに、無処理区でも子房内ではTTの内部を通過する花粉管は少なく、ほとんどが隔壁の表面や隔壁の隙間を伸長しており、これらの品種ではTTの発達と花粉管生長とはあまり関係がないと考えられた。一方、ブドウの雌ずいには花粉管生長阻害物質 (PGI) が存在し (9)、この活性は2倍体ブドウより4倍体ブドウで高い (4)。2倍体品種でもGA₃処理によってPGIの活性が強まって、花粉管生長が阻害されたのかもしれない。

2002年の実験では、開花後にすべての供試花穂に発芽能力の十分高いマスカット花粉を人工受粉したが、2003年の実験では、それに加えて、GA₃処理した花穂の花粉 (自家花粉) を受粉した場合、不受粉で放任した場合との比較を行ったところ、GA₃の適期、遅延処理区とも自家受粉では雌ずい内に伸長した花粉管が明らかに少なく、不受粉の場合は柱頭上の花粉粒数が非常に少なく、雌ずい内に伸長した花粉管もほとんどなかった。実際の栽培では、他品種の花粉や無処理のデラウエア健全花粉が受粉される可能性はほとんどない。また、GA₃処理された自家花粉が風媒や虫媒で受粉される可能性はあるが、その場合でも、本実験の適期処理・不受粉 (放任) 区で見られたように、受粉される花粉数は非常に少なく、雌ずい内に花粉管が伸長する可能性も非常に低いので、適期に処理した場合はほぼ確実に無核化されると考えられる。

4倍体品種では、一般的に子房内に伸長する花粉管数は非常に少ない (6)。本実験でも、安芸クイーンは無処理区の子房下部に伸長した花粉管は平均1本以下であり、ピオーネでは0本であった。安芸クイーンに対してはGA₃処理による花粉管生長阻害効果が明らかであったが、ピオーネに対するGA₃処理は、花粉管生長の抑制にはほぼ関係がないと思われる。一方、安芸クイーンではGA₃処理により胚珠の発達と子房壁の細胞分裂が促進され、無核果の着粒が促進されたと推察される。ピオーネでは胚珠の発達や子房壁の細胞分裂がGA₃処理によって促進されることはなかったが、子

房壁の厚さはGA₃処理によって有意に増大した。いずれにしても、開花中や開花期後の4倍体品種の花穂に対するGA₃処理は、子房の発育を促進することによって着粒を促すと考えられる。このように、GA₃処理が4倍体品種の無核果の着粒を促進する機構は、品種によって細部は異なるように思われる。

摘 要

ブドウの花穂に対するジベレリンA₃ (GA₃) 処理によって、無核果が形成される機構を解明するために、2倍体品種のデラウエアとマスカット・ベリーAについて、受粉後の雌ずい内での花粉管生長と花粉管誘導組織 (TT) に及ぼす影響を調査した。両品種に対する適期 (それぞれ満開14, 11日前) の100 ppm浸漬処理によって、子房内での花粉管伸長は明らかに阻害され、珠孔への花粉管進入は完全に阻止された。しかし、この場合でもTTの発達に影響は認められなかった。適期よりも数日遅れた処理では、子房内での花粉管生長の阻害程度が低く、珠孔内に到達した花粉管が見られた。4倍体品種の安芸クイーンには、25 ppm GA₃を開花期に、ピオーネには開花後に処理した結果、両品種とも無核果の着生数が著しく増加した。安芸クイーンでは、GA₃処理によって雌ずい中での花粉管伸長が抑制されるとともに、開花5~10日後の胚珠の生長と子房壁の細胞分裂が促進された。一方、ピオーネでは無処理でもすべての花粉管が子房内で停止し、GA₃処理の効果は子房壁の発達促進に認められた。

これらの結果から、2倍体品種ではGA₃の適期処理は子房内での花粉管生長を抑制するため胚珠が不受精となって無核になるが、その原因はTTの発育不良によるものではない。一方、4倍体品種では開花中または開花後のGA₃処理によって無核果粒の着生が増加するが、その原因は開花後の子房壁または子房の発育促進によると考えられる。

文 献

1. 足立元三・幸島紀男. ブドウ、マスカットベリーAに対するジベレリン利用試験 (第1報). 園学要旨昭和36秋: 5-16 (1961).
2. 鴨下繁利・井川秀雄・土屋長男. 「井川系ブドウの系譜」. pp. 117-160 (1983).
3. 岸光夫・田崎三男. ブドウに対するジベレリン利

- 用試験 (第1報) デラウェアについて. 農及園. 35: 381-384 (1960).
4. 尾頃敦郎. 安芸クイーンの栽培留意点 (1) 試験結果を中心に. 果樹 (JA全農おかやま) 55 (4): 18-20 (2001).
 5. 岡本五郎・小西陽一・奥 良雄. ブドウ, マスカット・ベリーAおよびデラウェアのGA₃前処理適期の判定指標としての花冠長. 岡大農学報54: 9-14 (1979).
 6. 岡本五郎・山本恭子・島村和夫. 巨峰を含む数種の4倍体ブドウにおける無核果混入の品種間差異に関する研究. 園学雑. 53: 251-258 (1984).
 7. 岡本五郎・井上真奈美・島村和夫. 他家受粉および2, 3の自家不和合性打破処理がブドウ ピオーネの雌ずい中での花粉管生長に及ぼす影響. 園学雑. 58: 311-317 (1989).
 8. 岡本五郎・渋谷郁夫・古市美和・島村和夫. ブドウ雌ずいに含まれる花粉管生長阻害物質について. 園学雑. 58: 515-521 (1989).
 9. Okamoto, G., Y. Fujii, K. Hirano, A. Tai and K. Akio. Pollen tube growth inhibitors from Pione grape pests. Am. J. Enol. Vitic. 46: 17-21 (1995).
 10. Okamoto, G., H. Tada, A. Suyama and K. Hirano. Poor development of transmitting tissue in tetraploid grape pistils causing inhibition of pollen tube growth. Vitis 40: 49-54 (2001).
 11. Okamoto, G., H. Tada, A. Suyama and K. Hirano. Effect of shoot vigor on the development of transmitting tissue and pollen tube growth in pistils of tetraploid grape cv. Pione. Vitis 40: 105-110 (2001).
 12. Okamoto, G., Y. Hayashi and K. Hirano. Morphological studies on the development of transmitting tissue in diploid and tetraploid grape pistils. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 71: 8-12 (2002).
 13. 各務裕史(編集代表)「岡山県果樹栽培指針」. pp. 59-90 (2003).
 14. Sugiura, A. and A. Inaba. Studies on the mechanism of gibberellin-induced seedlessness of Delaware grapes. I Effect of pre-bloom gibberellin treatment on pollen germination. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 35: 233-241 (1966).
 15. Sugiura, A. and A. Inaba. Studies on the mechanism of gibberellin-induced seedlessness of Delaware grapes. II Development of ovules and pollen as affected by pre-bloom gibberellin treatment. Memoirs College of Kyoto University 93: 43-52 (1968).
 16. Pauro, H. Kimura, G. Okamoto, and K. Hirano. Effects of gibberellic acid and streptomycin on pollen germination and ovule and seed development in Muscat Bailey A. Am. J. Enol. Vitic. 47: 152-156 (1996).